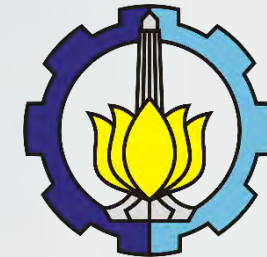




**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



TESIS

# IMPLEMENTASI SISTEM KOMUNIKASI MIMO-OFDM SKEMA STBC ALAMOUTI BERBASIS WIRELESS OPEN ACCESS RESEARCH PLATFORM (WARP)

Mahmud Idris

2213203008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Titiek Suryani MT

Dr. Ir. Suwadi, MT





# Latar Belakang

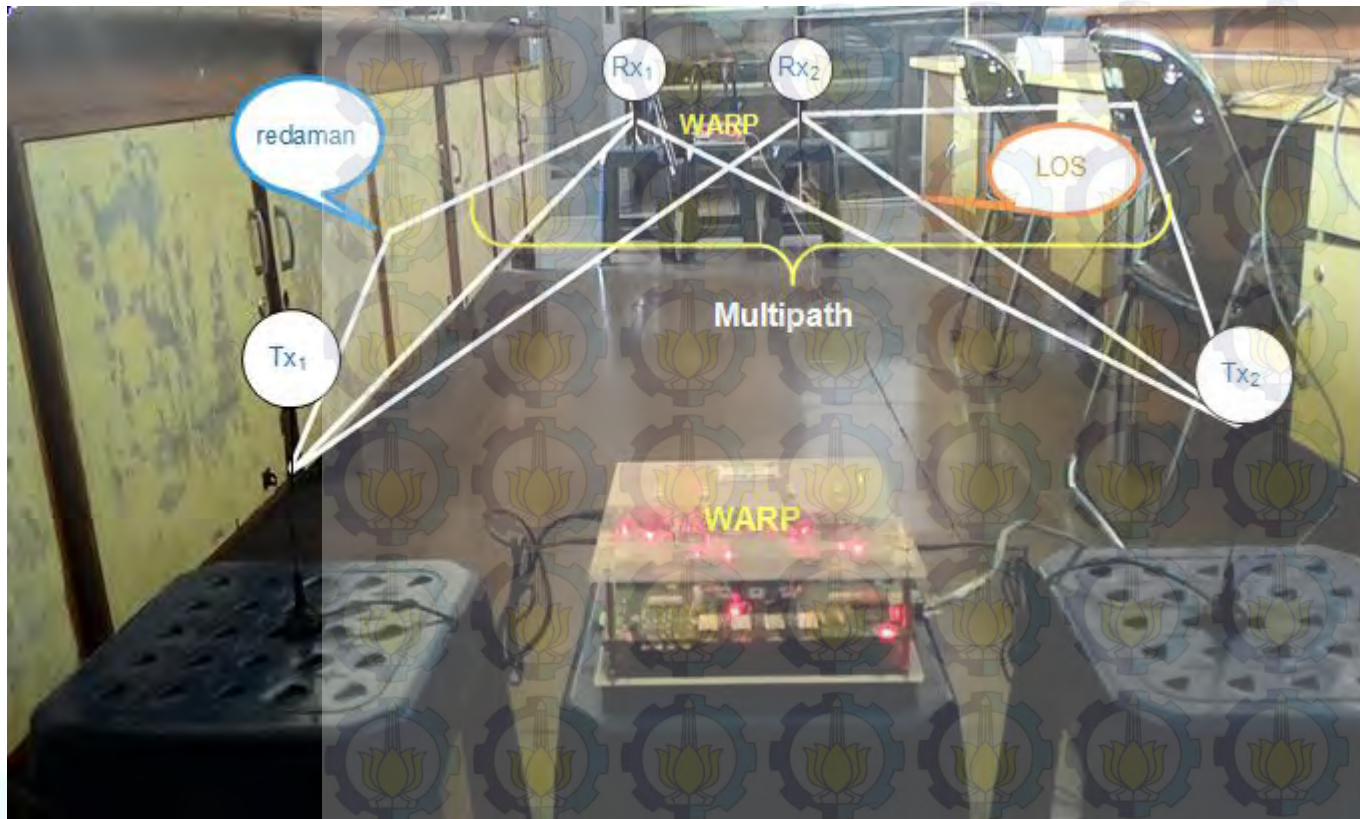
IMPLEMENTASI SISTEM KOMUNIKASI  
MIMO-OFDM SKEMA STBC ALAMOUTI  
BERBASIS WIRELESS OPEN ACCESS  
RESEARCH PLATFORM (WARP)



- komunikasi *wireless*
- *Multipath fading*
- sistem komunikasi MIMO-OFDM
- *Wireless open access research platform (WARP)*



## SISTEM KOMUNIKASI MIMO-OFDM



OFDM

Membantu dalam mengurangi ISI bahkan pada kecepatan data yang tinggi

MIMO

Melayani kecepatan transfer data yang tinggi

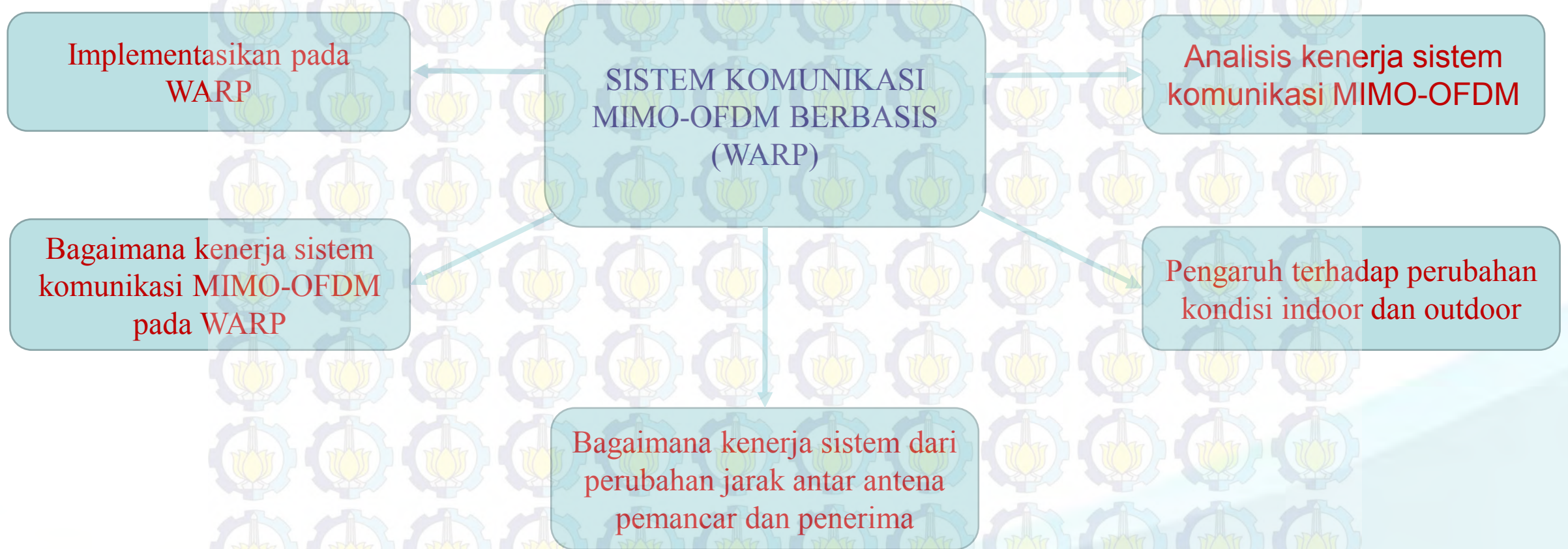
MIMO-OFDM

Dapat meminimalisasi pengaruh multipath maka ISI rendah dapat di capai





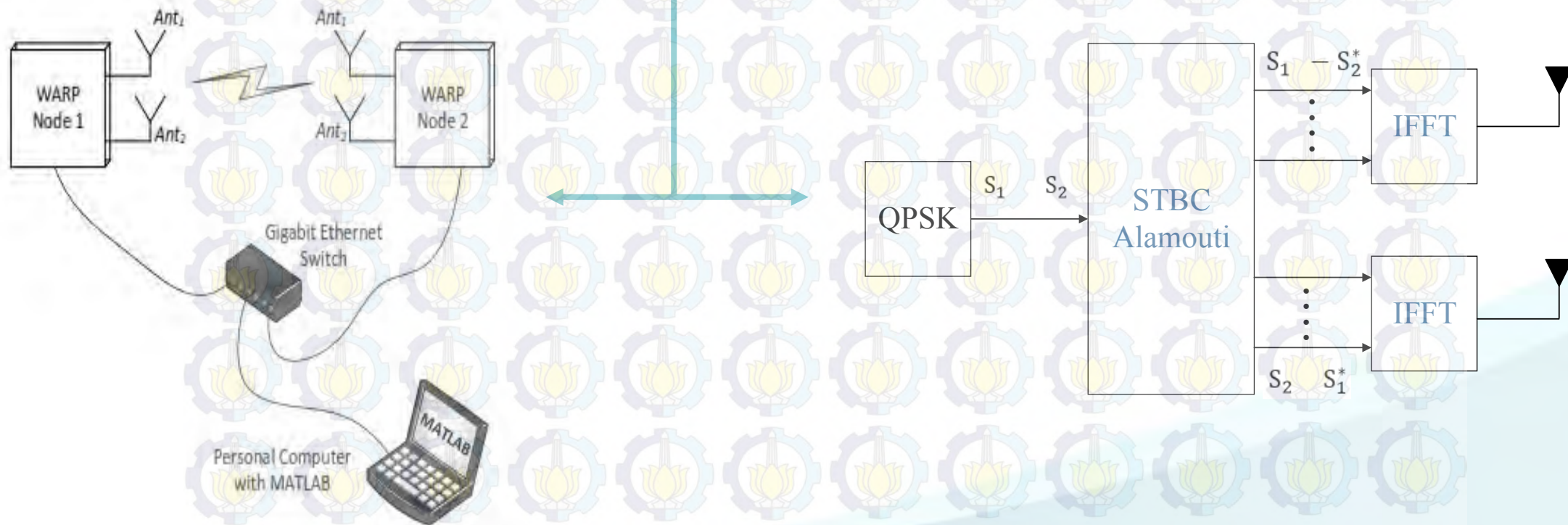
# Rumusan Masalah





# Batasan Masalah

IMPLEMENTASI SISTEM KOMUNIKASI  
MIMO-OFDM BERBASIS WIRELESS OPEN  
ACCESS RESEARCH PLATFORM (WARP)







# Tujuan penelitian

IMPLEMENTASI SISTEM KOMUNIKASI  
MIMO-OFDM BERBASIS WIRELESS OPEN  
ACCESS RESEARCH PLATFORM (WARP)

Membandingkan *Bit  
Error Rate (BER)*

Mengetahui kinerja sistem  
komunikasi MIMO-OFDM  
berbasis WARP.

Implementasi pada saat  
perubahan jarak antar antena  
saat *indoor* dan *outdoor*

Implementasi pada saat  
perubahan jarak antar antena  
saat LOS

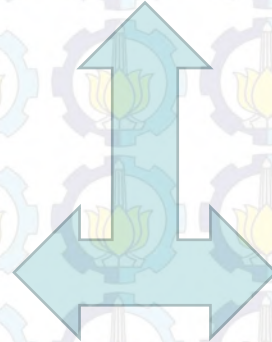




# Mamfaat peneltian

IMPLEMENTASI SISTEM KOMUNIKASI  
MIMO-OFDM BERBASIS WIRELESS OPEN  
ACCESS RESEARCH PLATFORM (WARP)

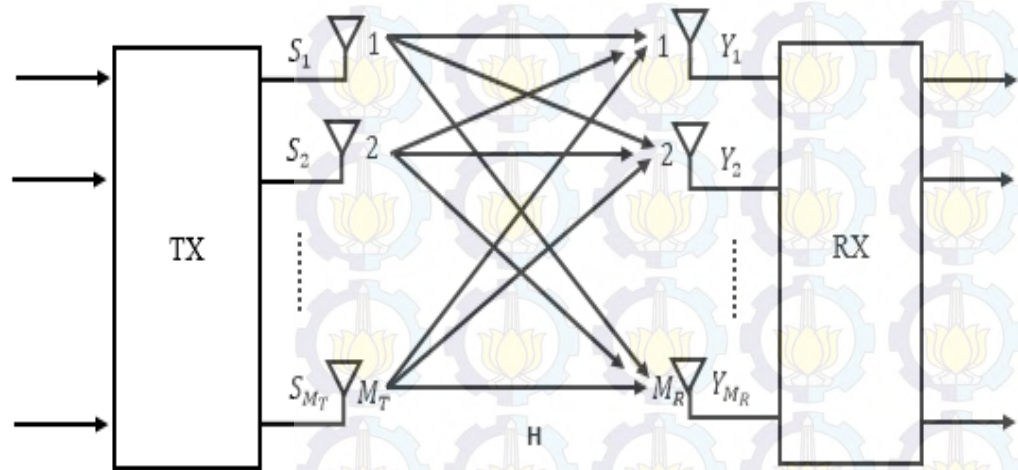
Peningkatan kualitas jaringan  
pada komunikasi wireless.



Acuan untuk penelitian berikutnya  
di bidang sistem komunikasi  
MIMO-OFDM.



Teknologi MIMO mampu meningkatkan *throughput* data dan *range* (jangkauan) komunikasi tanpa bandwidth frekuensi dan daya pancar tambahan.

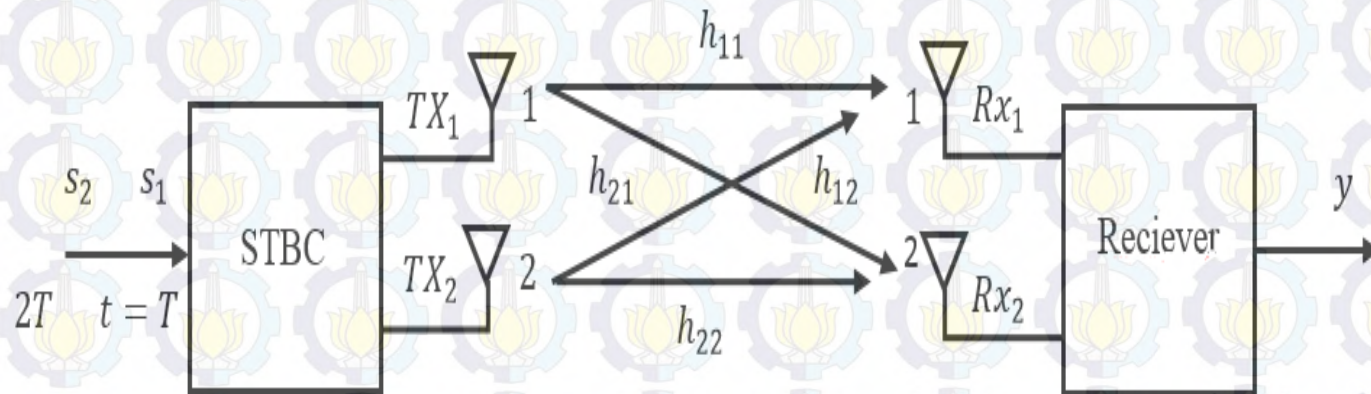


$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1M} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N1} & h_{N2} & \cdots & h_{NM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_M \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_M \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{n}$$



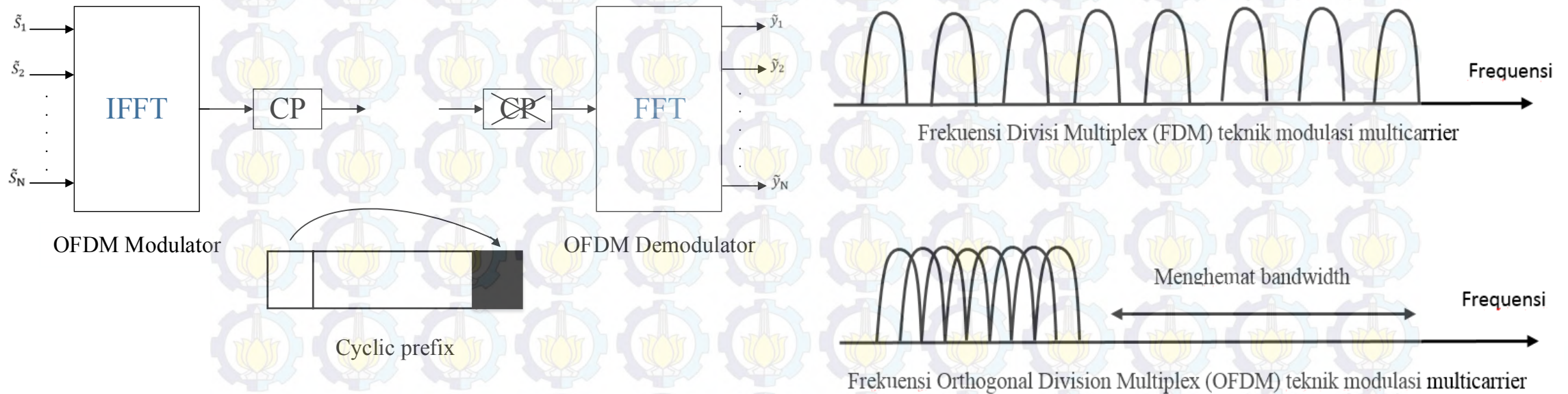
# STBC Alamouti 2x2



$$\begin{matrix} t & T_{x1} & T_{x2} \\ t+T & \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix} \end{matrix}$$

- Sinyal yang diterima antenna  $R_{x1}$  :
- saat  $t$ :  $y_{11} = h_{11}s_1 + h_{12}s_2 + n_1$
- saat  $t + T$ :  $y_{12} = h_{11}s_2^* + h_{12}s_1^* + n_1$
- Sinyal yang diterima antenna  $R_{x2}$  :
- saat  $t$ :  $y_{21} = h_{21}s_1 + h_{22}s_2 + n_2$
- saat  $t + T$ :  $y_{22} = h_{21}s_2^* + h_{22}s_1^* + n_2$



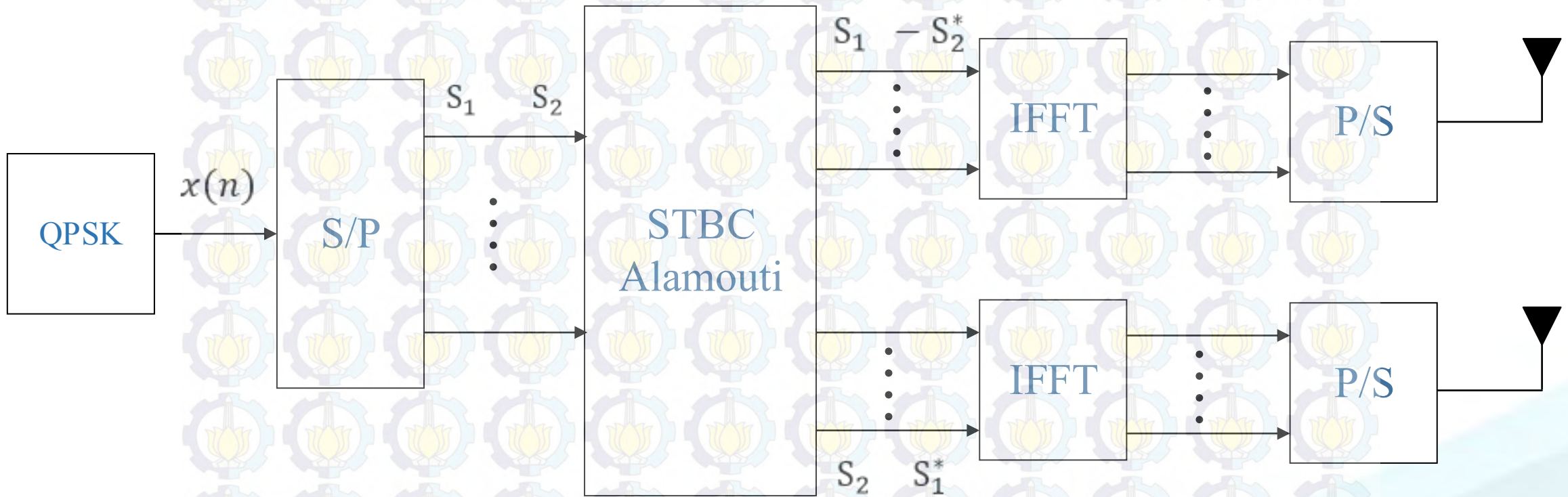


- Membagi frekuensi menjadi beberapa sub-carrier yang saling orthogonal.
- Meningkatkan efisiensi bandwidth
- Kuat menghadapi frekuensi selective fading.





# MIMO-OFDM STBC Alamouti







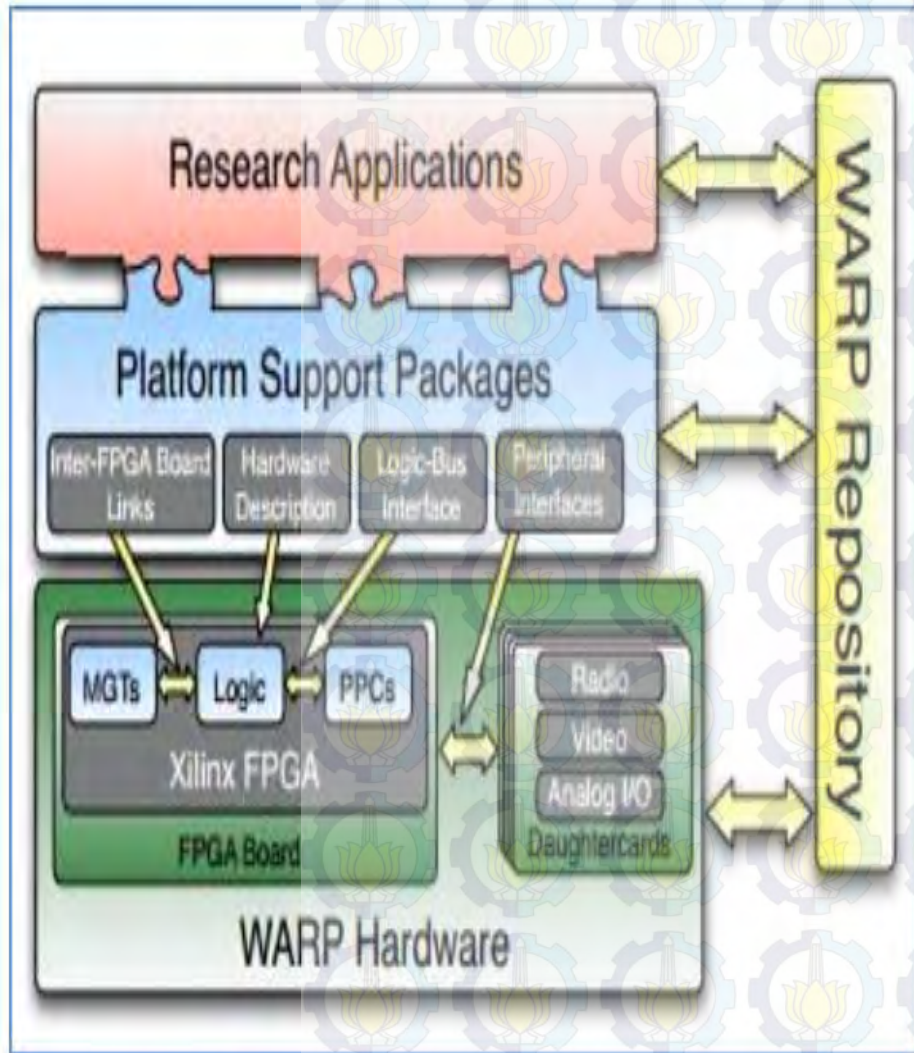
# WARP (Wireless Open-Access Research Platform)



- merupakan sebuah modul FPGA yang telah dipersiapkan untuk mengimplementasikan algoritma nirkabel
- WARP dibuat dengan disain perangkat keras khusus, mengintegrasikan sumber daya pengolahan berbasis FPGA dengan antar muka radio nyata
- didukung dengan modul khusus yang memudahkan pengguna dari berbagai pengolahan hardware dan sumber daya peripheral
- mendukung modul – modul yang digunakan untuk membangun berbagai aplikasi penelitian, termasuk implementasi real time dari physical layer dan MAC layer
- di desain untuk memenuhi riset sistem komunikasi nirkabel dengan kinerja yang tinggi



# Komponen – komponen platform

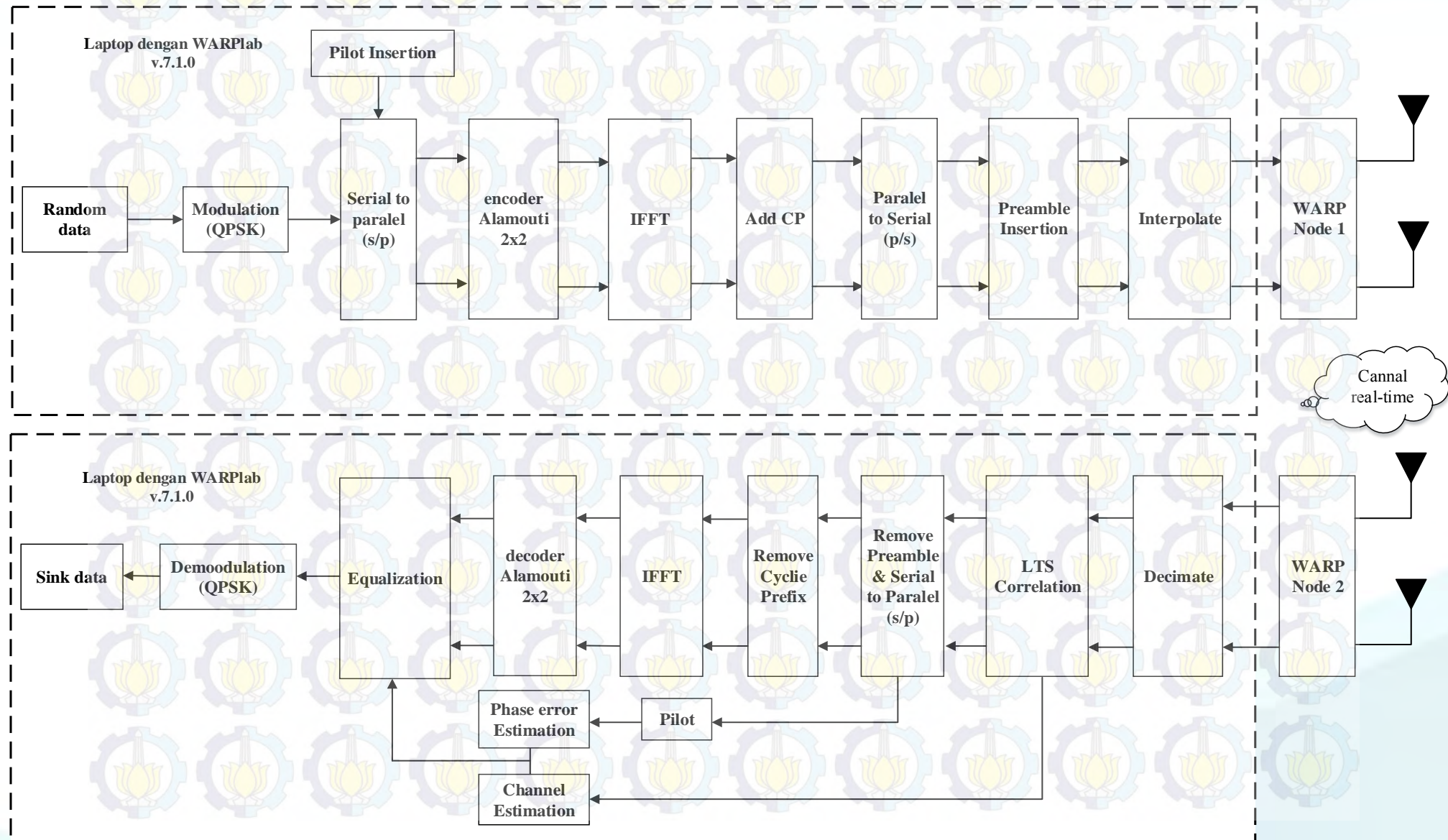


- *Custom Hardware* : Perangkat keras disesuaikan untuk memenuhi system komunikasi dengan kinerja yang tinggi
- *Platform Support Packages* : alat desain dan modul antarmuka tingkat rendah dirancang untuk memungkinkan penggunaan hardware oleh para peneliti diseluruh lapisan desain jaringan nirkabel
- *Open-Access Repository* : pusat penyimpanan untuk semua *source code* model dan file desain hardware.
- *Research Applications* : Implementasi dari algoritma baru, diaktifkan oleh hardware khusus dan paket mendukung platform





# MIMO-OFDM STBC Alamouti pada WARP







Pembatasan buffer pada WARP memerlukan transmisi informasi dengan sejumlah sampel adalah 16.384 sampel.

Dimana :

1. preamble

Untuk menentukan awal frame OFDM dan estimasi kanal

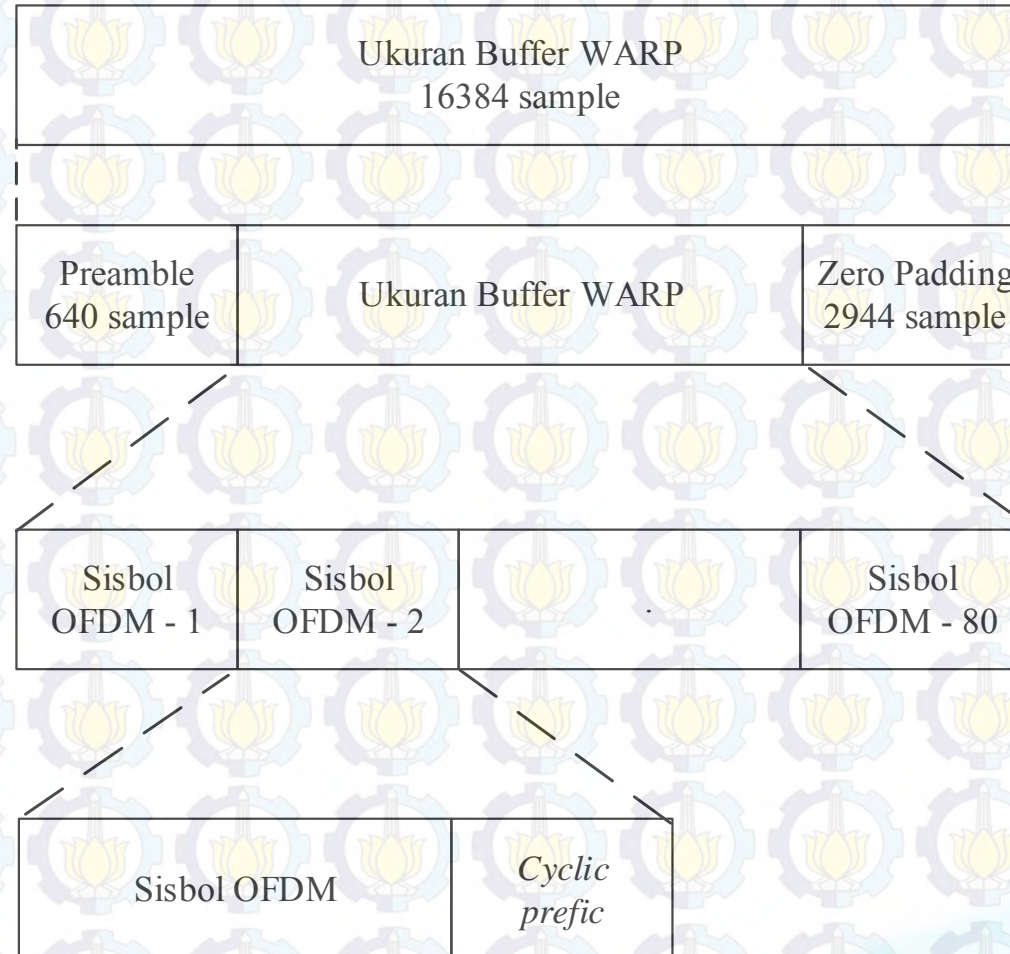
2. zero padding

Penambahan data berupa nilai nol sebelum prose *serial to parallel* untuk memperbaiki sinyal pada saat pengiriman dan penerimaan data.





# Struktur Frame







Estimasi untuk menentukan awal dari *frame* OFDM yang pertama didapat pada penerima dengan melakukan *cross correlation* antara *preamble* yang dipenerima dengan LTS pada pemancar.

$$C(n) = \sum_{L=0}^M \sum_{k=1}^N r(i^* + k + n) s^*(i^* N + k)$$

Dimana  $r$  adalah keseluruhan *preamble* pada penerima,  $s$  merupakan satu buah LTS,  $N$  merupakan panjang data OFDM dan  $M$  merupakan jumlah dari LTS yang di *cross correlation*



# Noise dibagi menjadi 2 kelompok

**Internal Noise, yang disebabkan oleh :**

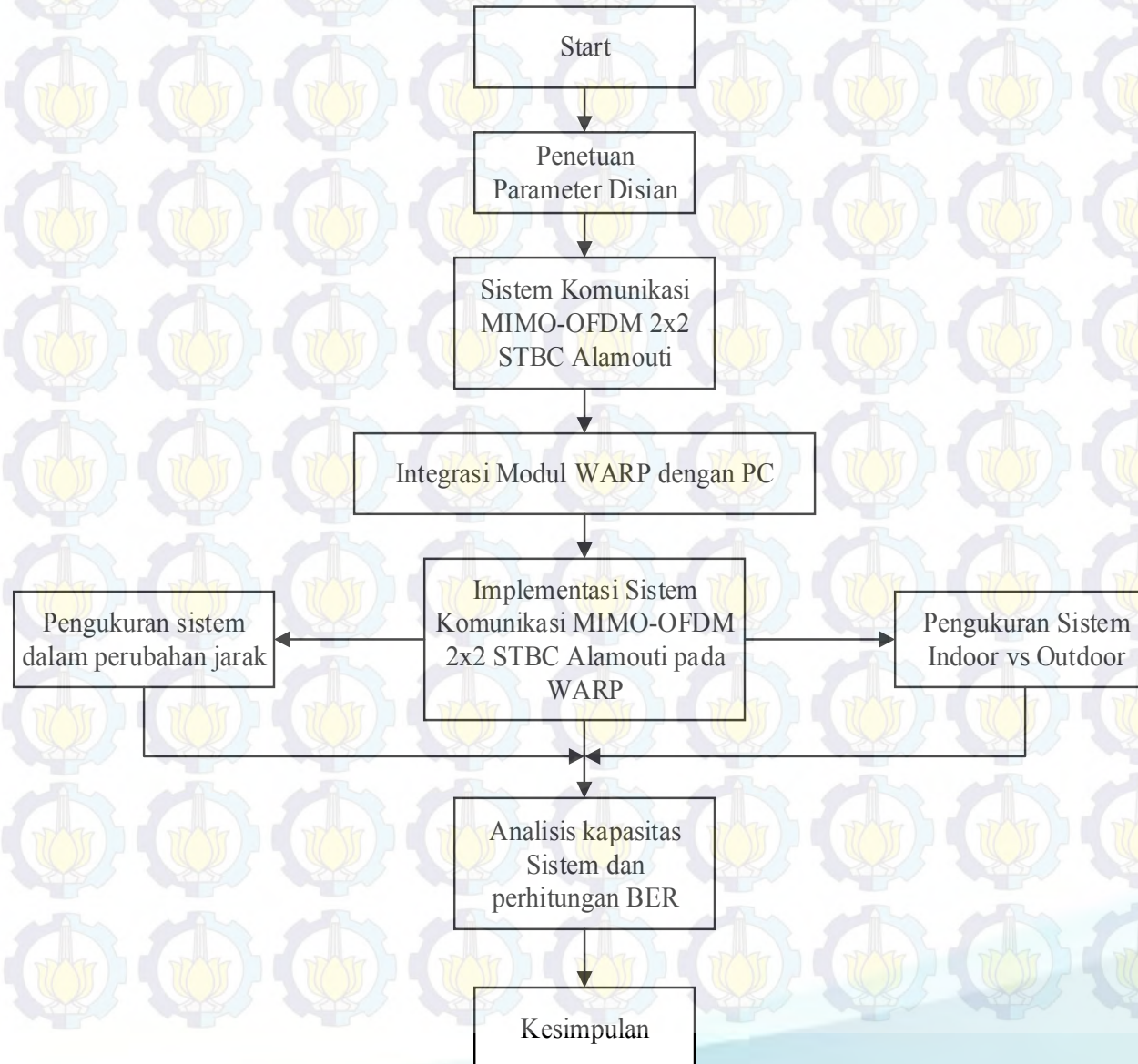
- ▶ Panas dari komponen (Thermal Noise).
- ▶ Intermodulasi (Inter modulation Noise).

**External noise, yang disebabkan oleh :**

- ▶ Atmospheric (Atmospheric Noise).
- ▶ Extraterrestrial (Extraterrestrial Noise).
- ▶ Perbuatan orang (Man Made Noise).



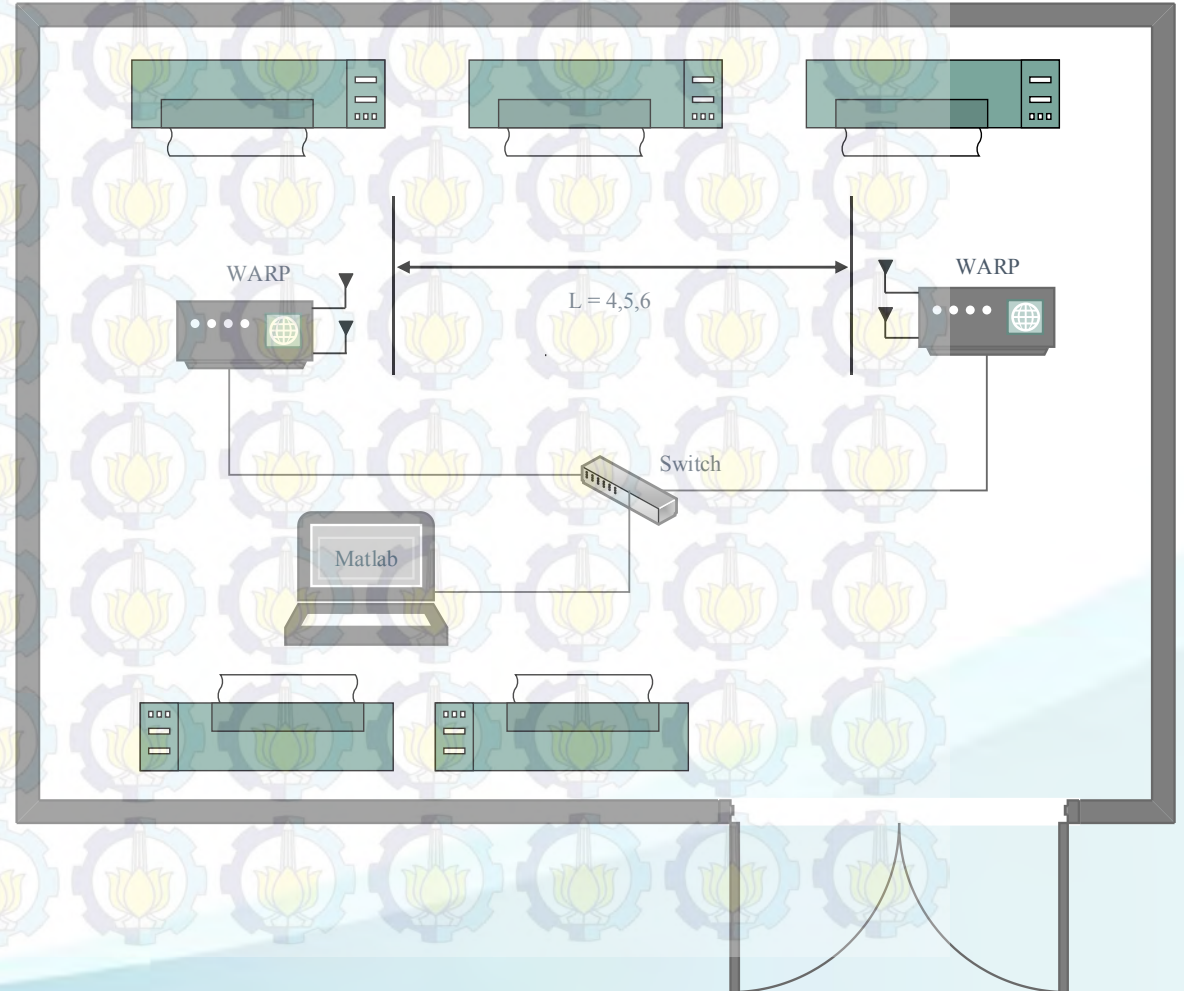
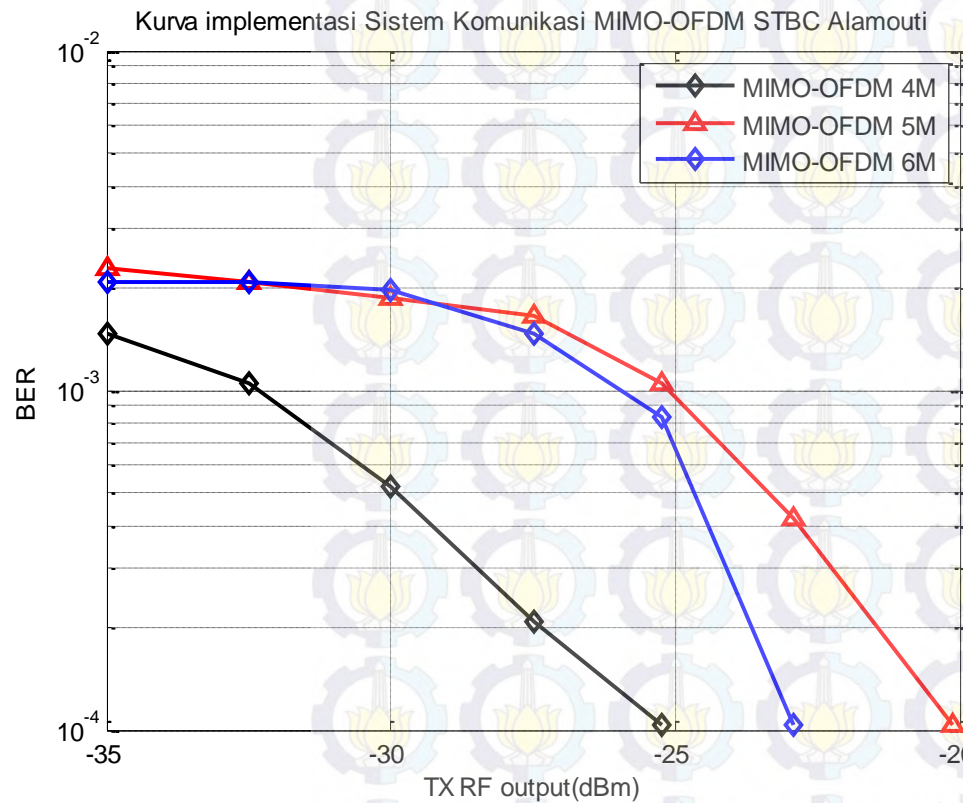
# Desain sistem MIMO-OFDM 2x2 STBC Alamoutti





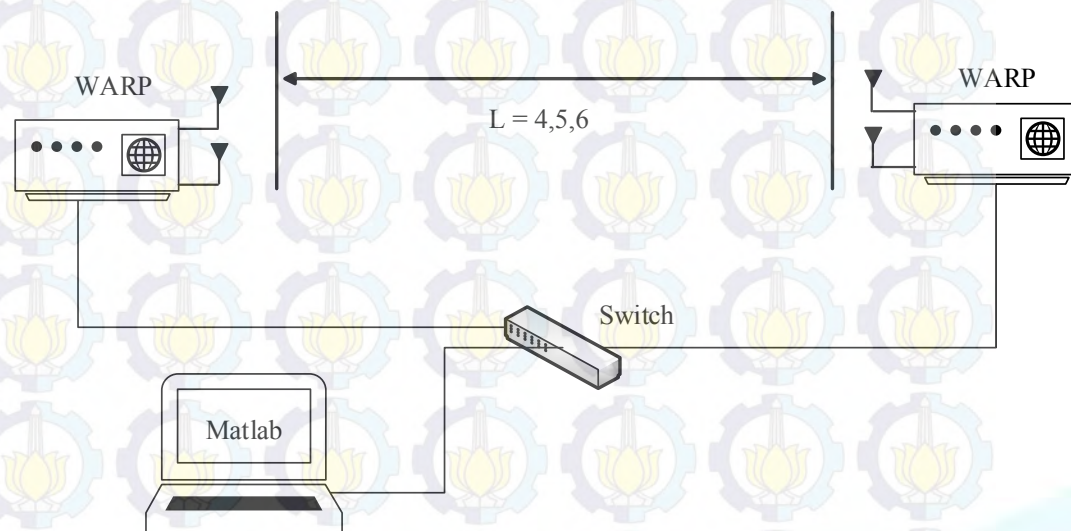
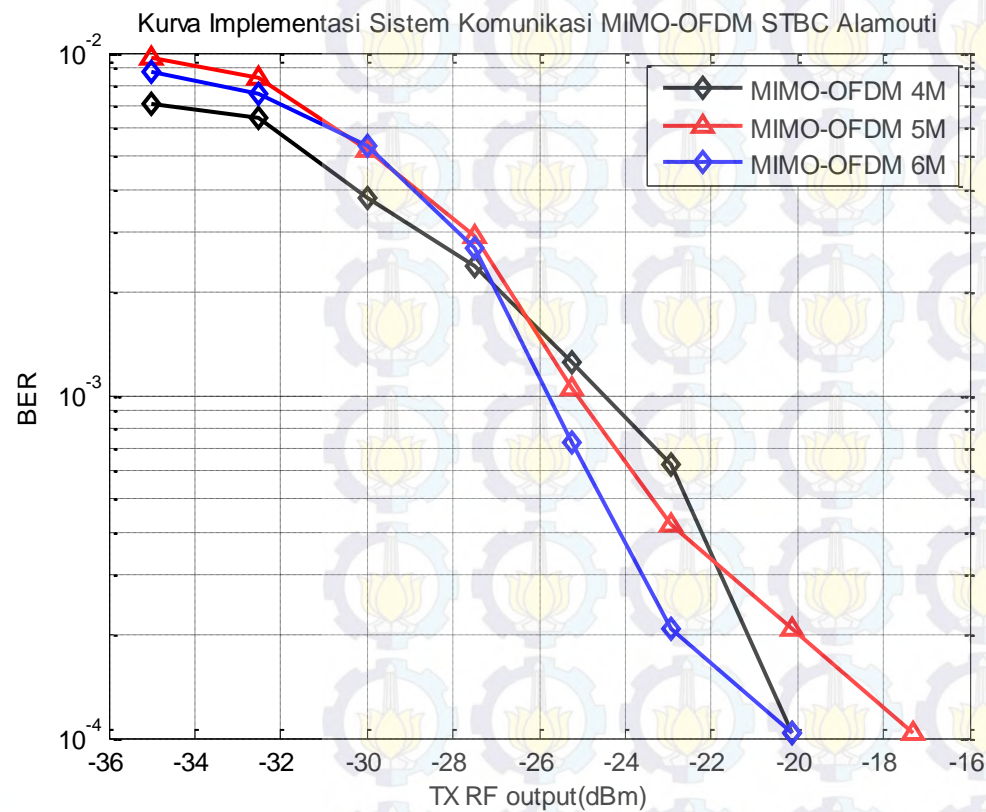
# Implementasi MIMO-OFDM STBC Alamouti ( $T=2, R=2$ )

Kondisi *indoor* (perubahan jarak 4,5,6)





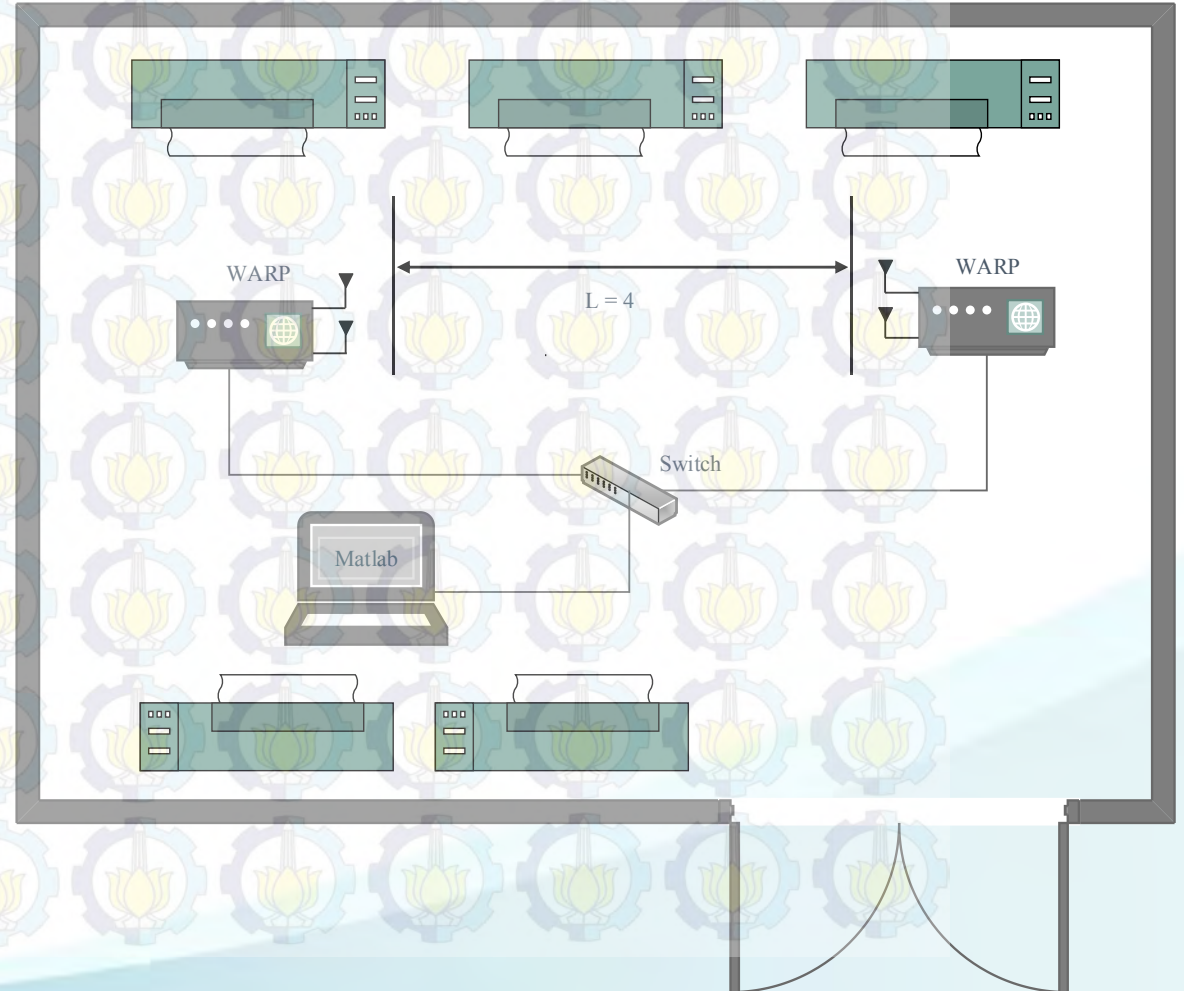
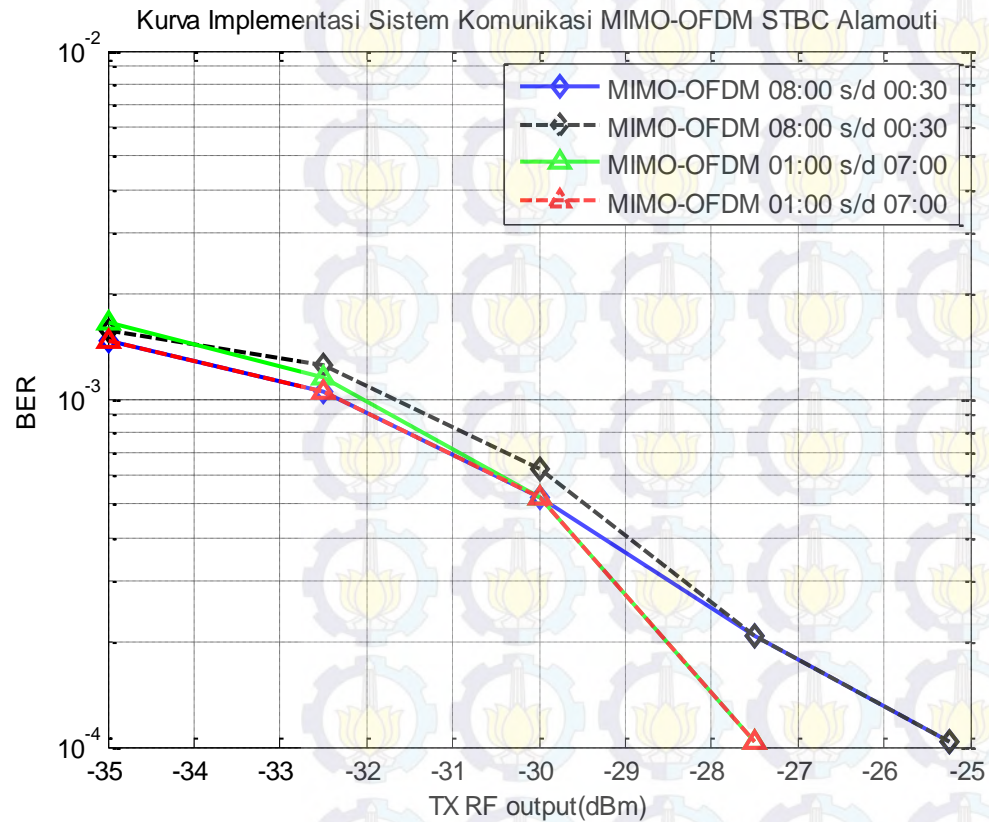
## Kondisi *outdoor* (perubahan jarak 4,5,6)





# Implentasi MIMO-OFDM waktu yang berbeda

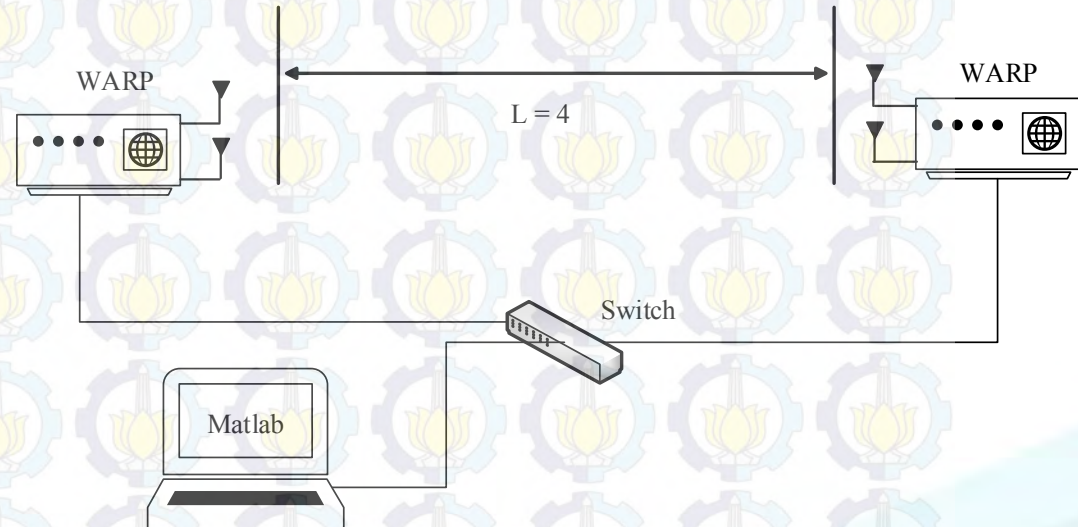
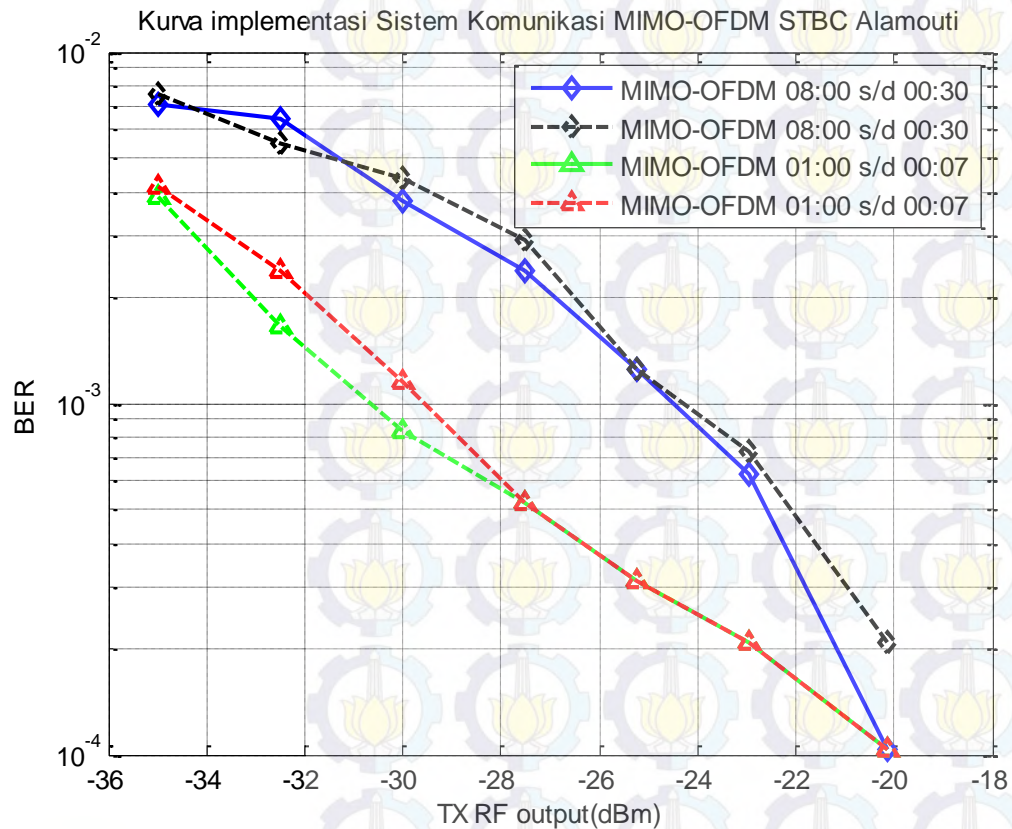
Kondisi *indoor* pada jarak 4 meter





# Kondisi *outdoor* (waktu yang berbeda)

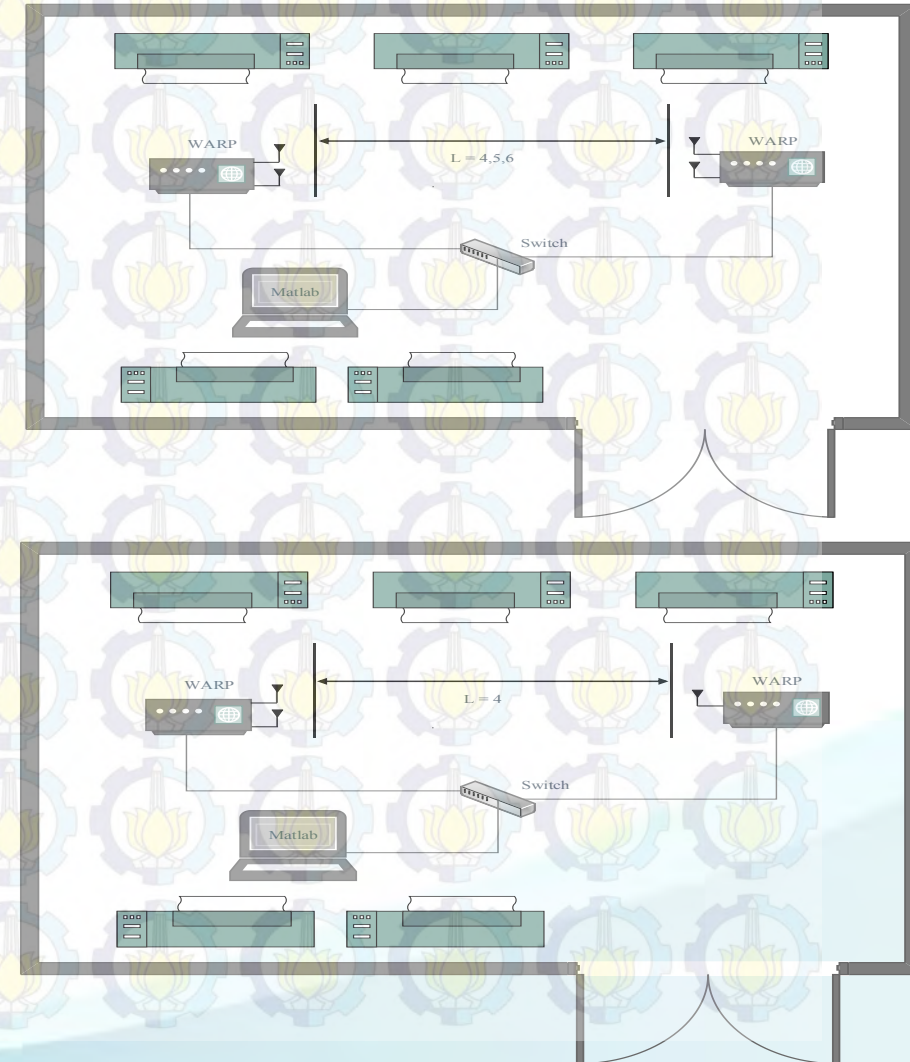
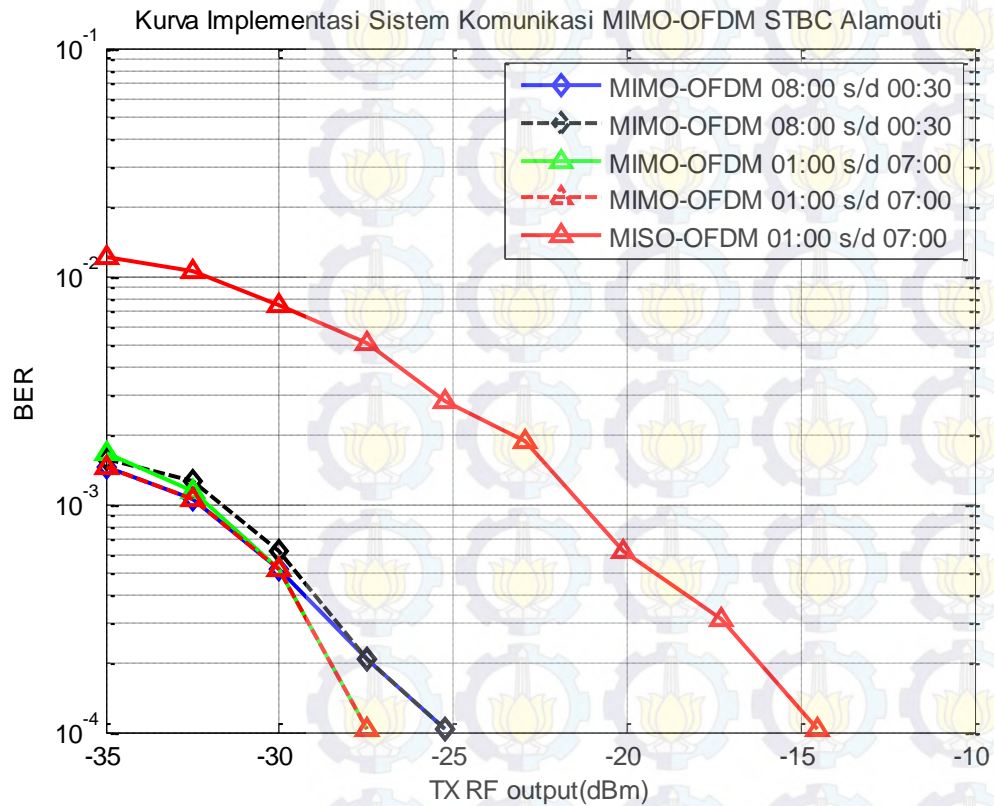
Kondisi *outdoor* pada jarak 4 meter





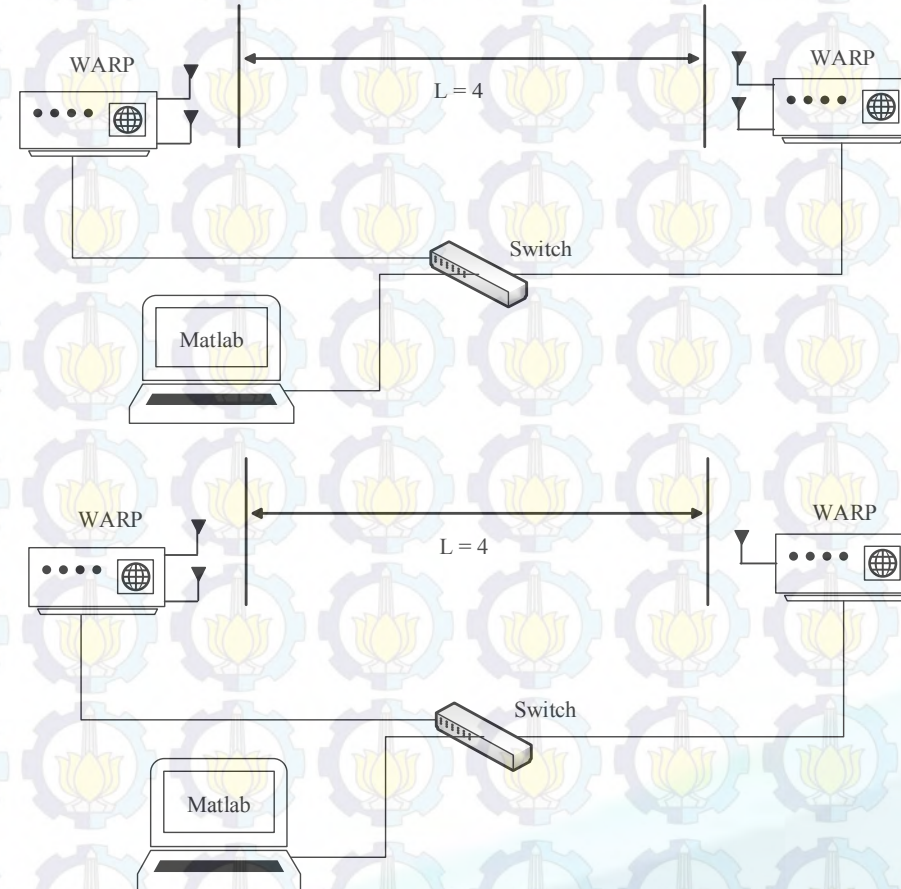
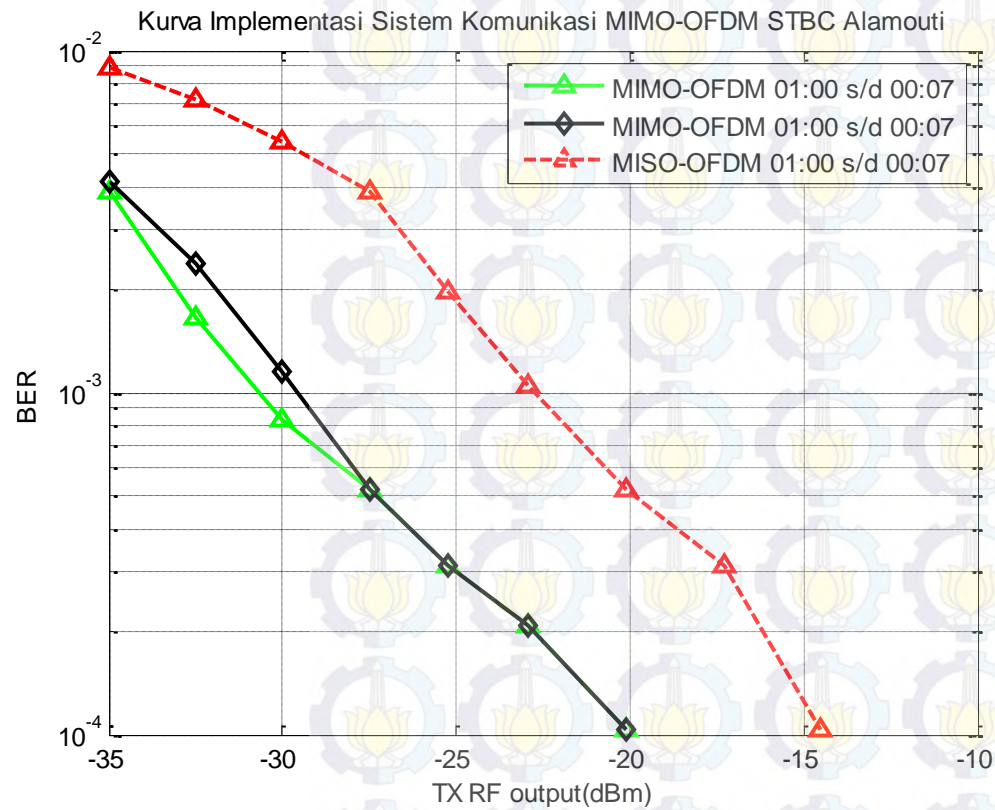
# MIMO-OFDM & MISO-OFDM STBC Alamouti ( $T=2, R=2$ )

Kondisi *indoor* 4 meter





# Kondisi *outdoor* 4 meter





# KESIMPULAN DAN SARAN

## Kesimpulan

- Kinerja sistem komunikasi MIMO-OFDM skema STBC alamouti yang di implementasikan pada WARP berjalan dengan baik itu dapat dilihat dari hasil perbandingan BER dengan daya pancar yang dihasilkan.
- Dengan bertambahnya antena yang digunakan pada sistem, kinerja sistem bertambah lebih baik itu terlihat dari hasil pengukuran sistem komunikasi MIMO-OFDM lebih baik dibandingkan dengan sistem komunikasi MISO-OFDM



## Saran

- Penggunaan implementasi sistem MMO menggunakan kombinasi antena pemancar dan penerima lebih dari dua antena, seperti MIMO 3x3 atau 4x4.
- Menggunakan skema algoritma *encoder* dan *decoder* pada sistem MIMO-OFDM yang lainnya.
- Melihat kinerja MIMO-OFDM skema STBC Alamouti pada lingkungan yang lain dan kondisi jarak yang lebih jauh untuk melihat kinerja optimal pada sistem.
- Menerapkan frekuensi yang lebih besar pada WARP untuk melihat kinerja sistem MIMO-OFDM skema STBC Alamouti.





ITS  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



Terima

Assalamualaikum